

NEUES ABITUR

Abitur **MEHR ERFAHREN**

Biologie

Gymnasium · Gesamthochschule

Das musst du können:

STARK

Inhalt

Vorwort

Genetik und Gentechnik

1	Speicherung und Realisierung genetischer Information	1
1.1	Die Nukleinsäuren DNA und RNA	1
1.2	Proteinbiosynthese	4
2	Regulation der Genaktivität bei Eukaryoten	11
2.1	Regulation auf der Ebene der Transkription	11
2.2	Regulation auf der Ebene der mRNA	12
2.3	Epigenetik	13
2.4	Stammzellenforschung	14
3	Vervielfältigung genetischer Informationen	15
3.1	Die natürliche DNA-Replikation	15
3.2	Die künstliche DNA-Replikation mithilfe der PCR	17
3.3	Zellzyklus und Mitose	17
3.4	Kontrolle und Störungen des Zellzyklus	19
4	Neukombination und Veränderung genetischer Informationen	21
4.1	Meiose	21
4.2	Ursachen und Folgen von Mutationen	23
4.3	Künstliche Veränderung von Erbanlagen	26
5	Weitergabe genetischer Informationen	31
5.1	Die MENDELschen Regeln	31
5.2	Kodominanz und multiple Allelie	34
5.3	Genkopplung und Genaustausch	35
5.4	Epigenetische Vererbung und Genomische Prägung	36
6	Genetisch bedingte Erkrankungen und DNA-Analytik	36
6.1	Vererbungsmodi	36
6.2	Methoden der genetischen Familienberatung	38
6.3	DNA-Analytik beim Menschen	38
6.4	Ethische Gesichtspunkte	41

Evolution

1	Vielfalt und Systematik der Organismen	42
1.1	Die Art als Grundeinheit des natürlichen Systems	42
1.2	Kladogramme und phylogenetische Stammbäume	43
2	Artentstehung nach den Theorien von LAMARCK & DARWIN	44
2.1	LAMARCKs Theorie der Evolution	44
2.2	DARWINs Theorie der Evolution	44
3	Belege für die Evolution	45
3.1	Homologien und Analogien	45
3.2	Molekularbiologische Homologien	46

4	Synthetische Evolutionstheorie	47
4.1	Grundlagen	47
4.2	Evolutionsfaktoren	47
5	Artentstehung – Zusammenwirken von Evolutionsfaktoren	50
5.1	Mechanismen der reproduktiven Isolation	50
5.2	Allopatrische Artbildung	51
5.3	Sympatrische Artbildung	51
5.4	Artbildung durch ökologische Isolation	51
5.5	Koevolution	52
6	Die Evolution des Menschen	53
6.1	Untersuchungsmethoden	53
6.2	Fossilgeschichte des Menschen	53
6.3	Kulturelle Evolution des Menschen	54
6.4	Veränderungen der Umwelt durch den Menschen	55

Verhaltensökologie – Evolution und Anpasstheit von Verhalten

1	Grundlagen der Verhaltensökologie	56
1.1	Ursachen von Verhalten	56
1.2	Fitness	57
1.3	Methoden der verhaltensökologischen Forschung	57
2	Individuum und soziale Gruppe	58
2.1	Kosten und Nutzen des Zusammenlebens	58
2.2	Kommunikation	60
2.3	Aggressionsverhalten	60
2.4	Partnerwahl und Fortpflanzung	61
3	Sozialverhalten von Primaten	64

Neuronale Informationsverarbeitung

1	Elektrochemische Vorgänge in Nervenzellen	66
1.1	Bau und grundlegende Funktion einer Nervenzelle	66
1.2	Bau und Funktion der Biomembran	67
1.3	Ruhepotenzial	69
1.4	Aktionspotenzial	71
1.5	Erregungsleitung über Axone	73
2	Erregungsübertragung an einer chemischen Synapse	74
2.1	Bau und Funktion einer Synapse	74
2.2	Erregende und hemmende Synapsen zwischen Neuronen	76
2.3	Verarbeitung/Summation von Informationen	76
2.4	Gifte, Drogen und Medikamente an Synapsen	77
2.5	Codierung von Informationen	78
2.6	Depression – Ungleichgewicht an Neurotransmittern	79
3	Das neuronale System	79
3.1	Messung der elektrischen Aktivität von Nervenzellen	80
3.2	Lernen und neuronale Plastizität	80
3.3	Störungen des neuronalen Systems	81

3.4	Zusammenspiel der Informationsübertragung in Nerven- und Hormonsystem	82
4	Signaltransduktion an Sinneszellen	84
4.1	Sinneszellen als Filter und Reizwandler	84
4.2	Das Wirbeltierauge – Reizaufnahme und -umwandlung	85
4.3	Optische Phänomene	87

Stoffwechselphysiologie

1	Assimilation – Aufbau energiereicher Stoffe	89
1.1	Grundlagen der Fotosynthese	89
1.2	Lichtabhängige Reaktionen der Fotosynthese	90
1.3	Lichtunabhängige Reaktionen der Fotosynthese	93
1.4	Experimente zur Aufklärung der Fotosynthese	94
1.5	Überblick zum Zusammenspiel der beiden Teilprozesse	94
1.6	Abhängigkeit von abiotischen Faktoren	95
1.7	C3- vs C4-Pflanzen	96
2	Umbau von Stoffen	97
2.1	Bedeutung des Fotosyntheseprodukts Glucose	97
2.2	Biokatalyse durch Enzyme	98
3	Energiefreisetzung durch Stoffabbau	101
3.1	Glykolyse	101
3.2	Milchsäuregärung und alkoholische Gärung	102
3.3	Zellatmung	102
3.4	Fettverdauung und Fette als Energiespeicher	104

Ökologie und Biodiversität

1	Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und Umwelt	105
1.1	Abiotische Faktoren	105
1.2	Biotische Faktoren	108
1.3	Nahrungsbeziehungen: Nahrungskette / Nahrungsnetz	110
1.4	Energiefluss und Stoffkreisläufe im Ökosystem	111
2	Populationen und ihre Dynamik	112
2.1	Populationsdynamik	112
2.2	Einfluss von Umweltfaktoren auf die Populationsdichte	113
2.3	Bedeutung verschiedener Fortpflanzungsstrategien	114
2.4	Populationsdynamik von Räuber-Beute-Beziehungen	115
3	Einfluss des Menschen auf Ökosysteme und die Biosphäre, Nachhaltigkeit, Biodiversität	116
3.1	Folgen anthropogener Einflüsse	116
3.2	Biodiversität und Ökosystemleistungen	117
3.3	Nachhaltige Entwicklung	119
	Stichwortverzeichnis	120

Autorinnen und Autoren: Jürgen Apel, Rolf Brixius, Angela Heßke,
Brigitte Meinhard, Christian Schillinger

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieses handliche Buch bietet Ihnen einen systematischen **Leitfaden** durch alle Lerninhalte, die Sie im Biologie-Abitur benötigen.

Durch seinen klar strukturierten Aufbau eignet sich der Band perfekt zur Auffrischung und Wiederholung des Prüfungsstoffs kurz vor Klausuren und dem Abitur.

- Die entscheidenden Fakten und Zusammenhänge werden durch kompakte **Erläuterungen**, aussagekräftige **Abbildungen** sowie hilfreiche **Übersichten** verdeutlicht.



- Passgenaue **Beispiele** sind durch eine Glühbirne markiert und veranschaulichen die Theorie.
- Inhalte, die nur für das **erhöhte Anforderungsniveau** bzw. den **Leistungskurs/das Leistungsfach** relevant sind, erkennen Sie an der Linie am Seitenrand.
- Das **Stichwortverzeichnis** führt Sie schnell und treffsicher zum gesuchten Lernstoff.

Viel Freude mit diesem Buch und viel Erfolg bei der Abiturprüfung wünschen Ihnen die Autorinnen und Autoren!

Jürgen Apel, Rolf Brixius, Angela Heßke, Brigitte Meinhard und Christian Schillinger

Ausführliche Erklärungen sowie viele Übungsaufgaben finden Sie in unseren Abitur-Trainingsbänden:

- **Biologie 1 – Abitur-Training** (Bestell-Nr. 104701)
- **Biologie 2 – Abitur-Training** (Bestell-Nr. 104702)

Genetik und Gentechnik

1 Speicherung und Realisierung genetischer Information

Die **DNA** (Desoxyribonukleinsäure) ...

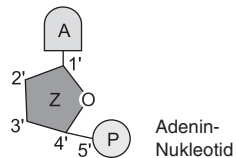
- enthält die genetische Information eines Organismus.
- ermöglicht somit die Ausbildung und Weitergabe von Merkmalen.

1.1 Die Nukleinsäuren DNA und RNA

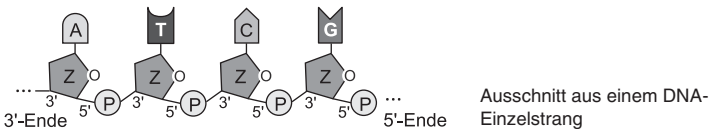
Struktur der DNA

Ein **Nukleotid** (kleinste Einheit der DNA) besteht aus ...

- Pentose (**Z**ucker mit fünf C-Atomen),
- **Phosphatrest** und
- organischer Base: Purinbasen **A**denin und **G**uanin, Pyrimidinbasen **T**hymine und **C**ytosin.



Polynukleotidstrang: Viele Nukleotide (Monomere), zu einer langen Kette (Polymer) verknüpft; Verbindung zwischen den Nukleotiden erfolgt über den Phosphatrest des einen Nukleotids zum C3-Atom der Desoxyribose (Zucker) des nächsten Nukleotids.

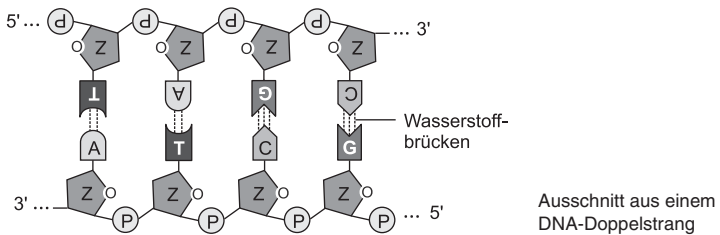


Der Polynukleotidstrang weist daher eine Polarität auf:

- 3'-Ende: Zuckermolekül
- 5'-Ende: Phosphatrest

Zwei Polynukleotidstränge sind zu einem schraubig gewundenen Doppelstrang verbunden $\Rightarrow$ **Doppelhelix**.

- **Zucker-Phosphat-Rückgrat:** Die beiden Ketten aus Desoxyribose und Phosphatresten bilden die „Holme“ einer gewundenen „Leiter“
- Die „Sprossen“ der „Leiter“ werden von den Basen gebildet. Die **komplementäre Basenpaarung** durch **Wasserstoffbrücken** erfolgt nach dem **Schlüssel-Schloss-Modell** ausschließlich zwischen A und T (2 H-Brücken) sowie zwischen C und G (3 H-Brücken). Aus den Bindungsverhältnissen ergibt sich eine gegenläufige Polarität (Antiparallelität) der beiden Stränge: $5' \rightarrow 3'$, $3' \rightarrow 5'$.



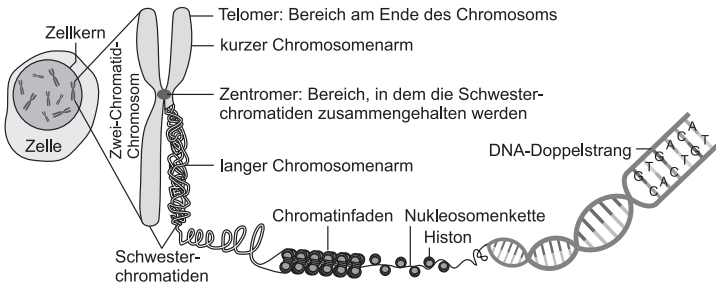
Strukturebenen der DNA:

- **Primärstruktur:** Polynukleotidstrang
- **Sekundärstruktur:** zwei über H-Brücken verbundene Polynukleotidstränge
- **Tertiärstruktur:** Doppelhelix aus den Polynukleotidsträngen

Chromosomen

Das genetische Material kann in den Zellen von Eukaryoten in zwei Organisationsformen vorliegen:

- **Chromatin:** In den stoffwechselaktiven Phasen; DNA kann abgelesen werden $\Rightarrow$ **Funktions- bzw. Arbeitsform**.
Der **DNA-Doppelstrang** ist regelmäßig um kugelförmige **Histone** (aus je 8 Histon-Protein-Molekülen) geschlungen. Diese **Nukleosomenkette** windet sich spiralförmig zu einem **Chromatinfaden** (Chromatinfaser).
- **Chromosom:** Während der Zellteilung $\Rightarrow$ kompakte **Transportform**. Die Chromatinfäden sind stark spiralisiert (kondensiert). Lichtmikroskopisch ist erkennbar, dass je zwei kompakte Chromatinfäden, die identischen **Schwesterchromatiden**, am **Zentromer** verbunden sind $\Rightarrow$ **Zwei-Chromatid-Chromosomen**.



Die Chromosomen des Menschen

Karyotyp: Charakteristische Anzahl der Chromosomen einer Zelle

Karyogramm: Geordnete grafische Darstellung aller Chromosomen einer Zelle, sortiert nach Größe, Form und Bandenmuster; darin sind zu erkennen:

- 46 Chromosomen → 23 **homologe Chromosomenpaaren** (ein Paarling von der Mutter, der andere vom Vater) ⇒ **diploider** (doppelter) Chromosomensatz ($2n=46$); **haploider** (einfacher) Chromosomensatz ($1n=23$).
- **Autosomen:** 22 Chromosomenpaare, bei beiden Geschlechtern prinzipiell gleich gestaltet
- **Gonosomen:** Geschlechtschromosomen
 - **Frau:** zwei X-Chromosomen (Karyotyp 46, XX)
 - **Mann:** ein X- und ein kleineres Y-Chromosom (Karyotyp 46, XY)

Struktur und Funktion der RNA

RNA (Ribonukleinsäure)-Moleküle (z. B. mRNA, tRNA, rRNA) ...

- sind viel kürzer als DNA-Moleküle.
- weisen als **Zucker** Ribose auf.
- liegen als **Einzelstränge** vor.
- können sich abschnittsweise mit sich selbst paaren ⇒ schlaufenartige Sekundärstrukturen (Haarnadelstruktur; z. B. tRNA).
- enthalten die Base **Uracil (U)** statt der Base Thymin.
- haben vielfältige Aufgaben: Proteinbiosynthese, Genregulation.

1.2 Proteinbiosynthese

Gen: Abschnitt der DNA, der die Information für die Synthese von Proteinen (oft Enzyme) oder funktionellen RNAs enthält.

Die Realisierung der genetischen Information erfolgt in zwei Schritten:

- **Transkription:** Übertragung der Basensequenz der Gene in die Basensequenz einer **messenger-RNA (mRNA)**; bei Eukaryoten im Zellkern, bei Prokaryoten im Zellplasma (Zytoplasma)
- **Translation:** Übersetzung der Basensequenz der mRNA in die Aminosäuresequenz eines Polypeptids (Protein); bei Eu- und Prokaryoten im Zellplasma



Der genetische Code und die Code-Sonne

Die **Abfolge der Basen (Basensequenz)** innerhalb des DNA-Strangs codiert die genetische Information.

Eigenschaften des genetischen **Codes**:

- **Tripletcode:** Drei Basen (Triplets) codieren für eine Aminosäure.
- **Degeneriert:** Mehrere Triplets codieren die gleiche Aminosäure.
- **Kommafrei:** Keine Trennzeichen zwischen Triplets
- **Überlappungsfrei:** Keine Überschneidungen zwischen Triplets
- **Universell:** Bei nahezu allen Lebewesen gleich

Die **Code-Sonne**:

- **Übersetzungshilfe:** mRNA-Basentriplets → Aminosäuren
- **Leserichtung** von innen (5') nach außen (3')

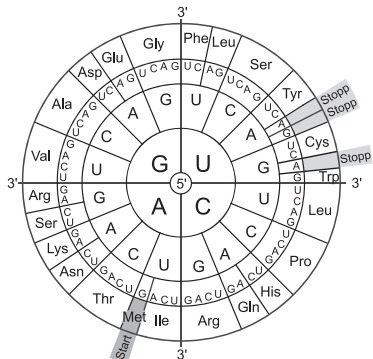
Ablesebeispiel:



DNA (codogen) 3'... TAC TGA AGC ...5'

mRNA 5'... AUG ACU UCG ...3'

Aminosäuren – Met – Thr – Ser –

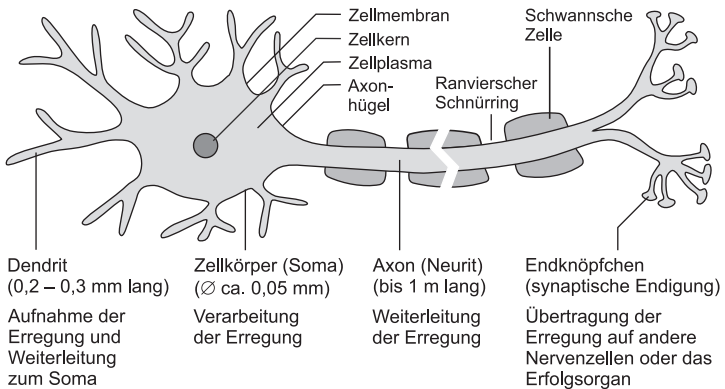


Neuronale Informationsverarbeitung

1 Elektrochemische Vorgänge in Nervenzellen

1.1 Bau und grundlegende Funktion einer Nervenzelle

Nervenzellen (Neuronen) empfangen elektrische Signale, verarbeiten sie, leiten sie als Erregung weiter (**Erregungsleitung**) und übertragen sie auf andere Neurone und Erfolgsorgane (**Erregungsübertragung**).



Nervenfasern: Axone (Neuriten), die zur besseren elektrischen Isolation von **Schwannschen Zellen** (spezielle **Gliazellen**) schlauchartig umhüllt sind.

Zwei Typen werden unterschieden:

- **Markhaltige (= myelinisierte) Axone:** Nur bei Wirbeltieren. Ausstülpung der Zellmembran der Schwannschen Zellen (Länge: ca. 2 mm) wickelt sich viele Male um das Axon. Zytoplasma wird zusammen mit den Zellorganellen in die äußere Windung gedrückt $\Rightarrow$ innere Windungen bestehen nur noch aus Zellmembranen (Lipiden und Proteinen = Myelin). Abstand zwischen den einzelnen Schwannschen Zellen ca. 1 μm = **Ranviersche Schnürringe**. Gesamtheit der Hüllzellen um das Axon = **Mark- oder Myelin-Scheide**.

- **Marklose (= nicht myelinisierte) Axone:** Bei allen wirbellosen Tieren (z. B. Insekten). Schwannsche Zellen nicht um Axon gewickelt, umgeben es nur locker $\Rightarrow$ keine Myelinscheide.

Nerv: Mehrerer hundert durch Bindegewebshüllen zusammengefasste Nervenfasern.

1.2 Bau und Funktion der Biomembran

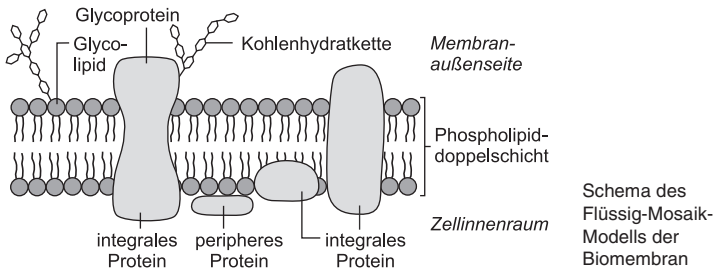
Bau der Biomembran

Die Biomembran ist eine (zäh)flüssige Lipiddoppelschicht mit mosaikartig auf- und eingelagerten Proteinen (**Flüssig-Mosaik-Modell**).

Bestandteile:

- **Phospholipide:**

 - polarer, hydrophiler Kopfbereich
 - zwei unpolare, hydrophobe Fettsäureschwänze
- **Membranproteine:**
 - **Periphere Proteine** liegen der Zellinnenseite der Lipiddoppelschicht auf.
 - **Integrale Proteine** reichen zumindest teilweise in die Lipiddoppelschicht hinein.
- **Kohlenhydrate:** an Lipide (Glycolipide) oder an Proteine (Glycoproteine) gebundene Kohlenhydratketten.



Funktion der Biomembran

Biomembranen ...

- **grenzen** Zellen nach außen hin **ab**.

- bilden im Zytoplasma abgetrennte Reaktionsräume (**Kompartimente**) $\Rightarrow$ unterschiedliche Stoffwechselreaktionen können ungestört nebeneinander ablaufen.
- ermöglichen über Zell-Zell-Verbindungen die **Gewebebildung**.

Stofftransport durch Biomembranen

Selektive Permeabilität von Biomembranen $\Rightarrow$ Nicht alle Substanzen können Biomembranen ungehindert passieren.

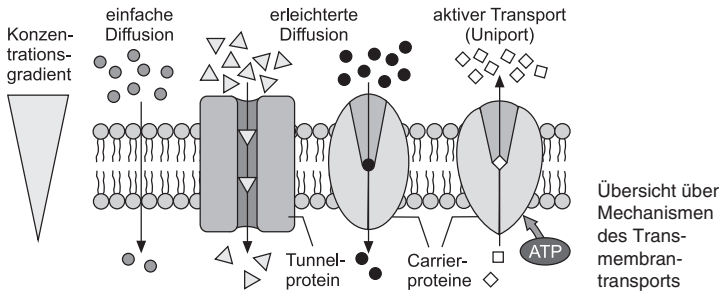
• Passiver Transport:

- **Diffusion:** Gleichmäßige Verteilung von Teilchen im zur Verfügung stehenden Raum entlang eines **Konzentrationsgefälles (Konzentrationsgradient)** bis zum Konzentrationsausgleich. Wird durch Eigenbewegung der Teilchen (**brownsche Molekularbewegung**) bewirkt $\Rightarrow$ passiver, physikalischer Vorgang.
- **Osmose:** Eingeschränkte, einseitige Diffusion durch eine selektiv permeable Membran $\Rightarrow$ passiver, physikalischer Vorgang. Biomembran kann nur von lipophilen und kleinen unpolaren Molekülen (z. B. Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid) sowie von Wassermolekülen passiert werden, aber nicht von hydratisierten Ionen oder großen polaren Molekülen (z. B. Zucker).



Osmose ist bei der Regulation des Wasserhaushalts und bei der Entstehung des (Ruhe-)Membranpotenzials (siehe S. 69 ff.) von Nervenzellen von entscheidender Bedeutung.

- **Erleichterte Diffusion:** Wasser, Ionen und große Moleküle wandern dem Konzentrationsgefälle folgend durch Tunnel- oder Carrierproteine durch die Membran.
- **Aktiver Transport:** Transport von Stoffen unter Energieverbrauch (ATP) gegen ein Konzentrationsgefälle durch Carrierproteine:
 - **Uniport:** Transport eines Stoffes in eine Richtung.
 - **Symport:** Gleichzeitiger Transport zweier Stoffe in eine Richtung.
 - **Antiport:** Gleichzeitiger Transport zweier Stoffe in entgegengesetzte Richtung.



• Membrangebundener Transport:

Abgabe bzw. Aufnahme von flüssigen/gelösten Stoffen oder von Partikeln aus der Zelle bzw. in die Zelle.

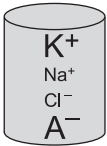
- **Exozytose:** Vesikel (Membranbläschen), das die abzugebenden Stoffe enthält, verschmilzt mit der Zellmembran und entleert sich nach außen.
- **Endozytose:** Aufzunehmende Stoffe gelangen in eine Einstülpung der Zellmembran, die nach innen als Vesikel abgeschnürt wird.

1.3 Ruhepotenzial

Im nicht erregten Zustand: Zytoplasma eines Neurons ist gegenüber seiner Umgebung negativ geladen; **Potenzialdifferenz (Spannung)** beträgt ca. **-70 mV**.

Voraussetzungen für die Entstehung des Ruhepotenzials

- **Charakteristische Verteilung von Ionen** innerhalb und außerhalb des Neurons: Für Kalium- (K^+), Natrium- (Na^+) und Chloridionen (Cl^-) besteht ein Konzentrationsgefälle:

Innenraum des Neurons	extrazelluläre Flüssigkeit	Richtung des Konzentrationsgefälles
 (A^- = Eiweißanionen)	K^+ Na^+ Cl^- –	nach außen nach innen nach innen

- **Selektive Permeabilität** der Nervenzellmembran: Die Membran ist für unterschiedliche Stoffe unterschiedlich durchlässig.

Die verschiedenen **Ionenkanäle** (Tunnelproteine) der Membran lassen jeweils nur eine Sorte Ionen passieren (**erleichterte Diffusion**).

Ionenkanäle	Zustand der Ionenkanäle	relative Permeabilität der Membran
K ⁺ -Ionenkanäle	offen	hoch
Na ⁺ -Ionenkanäle	fast alle geschlossen	sehr gering
Cl ⁻ -Ionenkanäle	weitgehend geschlossen	gering
A ⁻ -Ionenkanäle	nicht vorhanden	keine

Entstehung des Ruhepotenzials nach der Ionentheorie

- Das Konzentrationsgefälle und die sehr gute Permeabilität der Membran für K⁺-Ionen führt zu einem **Kaliumionen-Ausstrom**. Das bedingt eine ...
 - **Ladungstrennung:** An der Außenseite der Membran entsteht dadurch ein Überschuss an positiver Ladung, im Inneren der Nervenzelle ein Überschuss an negativer Ladung ⇒ Aufbau einer **Potenzialdifferenz (Ladungsdifferenz, elektrische Spannung)**.
 - Die Potenzialdifferenz wirkt dem Ausstrom der K⁺-Ionen entgegen.
- **Ruhepotenzial:** Gleichgewichtszustand zwischen dem chemischen Konzentrationsgradienten der K⁺-Ionen und der entgegengewirkenden Kraft des elektrischen Potenzialunterschieds ⇒ Pro Zeiteinheit wandern genauso viele K⁺-Ionen von innen nach außen wie umgekehrt (**Fließgleichgewicht**).

Beeinflussung des Ruhepotenzials durch Cl⁻- und Na⁺-Ionen

- **Chloridionen** diffundieren ihrem Konzentrationsgefälle folgend in geringer Menge in die Nervenzelle ⇒ erhöhen die Potenzialdifferenz geringfügig.
- **Natriumionen** dringen in geringer Menge in die Nervenzelle ein und vermindern die Potenzialdifferenz (Na⁺-Leckstrom) ⇒ ohne Gegenmaßnahmen: gesteigerter Kaliumionen-Ausstrom (K⁺-Leckstrom) ⇒ Zusammenbrechen des Ruhepotenzials.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH
ist urheberrechtlich international geschützt.
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung
des Rechteinhabers in irgendeiner Form
verwertet werden.

STARK